

歩行者用三次元地図整備のための屋内型 MMS を用いた形状計測

日本大学 学生会員 ○奈良部 昌紀
 日本大学 正会員 佐田 達典
 日本大学 正会員 江守 央

1. はじめに

現在、準天頂衛星等による衛星測位技術や情報通信技術 (ICT) の進展により、地上における自分の位置を $\pm 1\text{m}$ 以下の精度で即時に把握できることを前提に、歩行者の円滑な移動支援や適切な情報提供を可能とする高精度測位社会の実現が期待されている。屋外においては、衛星測位や MMS (モバイルマッピングシステム) 等の技術を用いて、三次元地図の整備が進められているが、屋内は統一的な測位手法がなく、三次元地図の整備がされていない。

そこで本研究では、衛星電波の受信できない環境下において、人が押しながら空間情報を計測するシステムとして、Trimble Indoor Mobile Mapping System (以下、TIMMS) を用いて屋内空間を計測する (図-1)。取得したデータから、計測対象物の形状がどの程度表現可能であるか、正確な位置精度を有しているのかを明らかにし、三次元地図整備の事前検討として、歩行者の移動支援に必要となる屋内空間の位置情報が正確に把握できるか検討を行う。

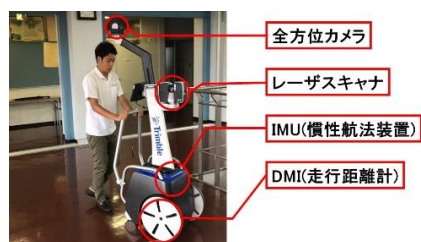


図-1 Trimble Indoor Mobile Mapping System

2. 研究方法

(1) 実験概要

2017 年 7 月 18 日に日本大学理工学部船橋キャンパス測量実習センター 1 階を実験場所とし、屋内に人がいない環境下において、屋内三次元点群計測実験を実施した。三次元地図作成のための障害物及び壁面・床面の三次元点群データを世界測地系で取得した。実験場所は通路部の壁面の多くがガラス面であることが特徴である。移動計測システムは TIMMS を使用し、往復 1 回計測を行った。

(2) 基準点測量

TIMMS は屋内に設置した基準点上で、標定を行うことで取得した点群データを世界測地系に変換して表現できる。世界測地系で表現することによって、屋内外測位のシームレス化を図ることができる。世界測地系で座標系を取得するため、屋外の基準点を用いて屋内に基準点を設置する測量を行った (図-2)。地点 103 を基準局として GNSS 測量により、地点 251、252 の座標を取得した。その後、TS を使用して地点 252 から屋内の基準点 311、312、313 を測量し、座標値を算出した。



図-2 基準点の位置 (Google Earth より作成)

(3) 分析方法

階層別屋内地理空間情報データ仕様書 (案)¹⁾ (以下、本仕様書 (案)) に従って、計測されたデータが利用に適切であるか点検を行う。本仕様書 (案) で規定される地図データは、屋内空間に係る建物の形状等を表現するデータが主であり、分類の定義や取得基準は示されていないが、形状の詳細さや、位置精度に関しては記載がない。本研究では本仕様書 (案) に従った点検を行い、屋内空間の位置情報がどの程度再現可能か検討する。

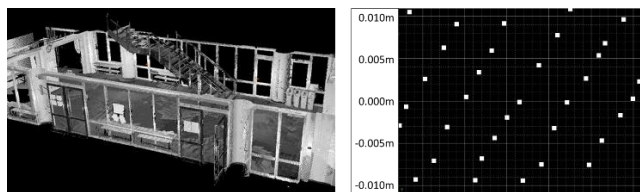
3. 計測結果

(1) 点群データの特性

計測環境下にガラス面が多くあったため、色情報が正しい位置に付与されない現象やノイズが多く検出された。しかし、レーザスキャナで取得された反射強度値をモノクロ色情報に変換することで、ガラス面の多い環境下でも対象物を識別することが可能であった。データはレーザが照射されなかった箇所を除いて、 1cm^2 あたり最大で 10 点、少ない箇所においても 3 点照射されており、形状を認識することが可能である (図-3)。

キーワード: 屋内型 MMS, 屋内空間, 三次元点群データ

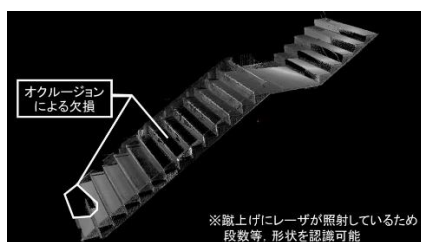
連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147



図－3 点群データ（左）と床面の点群分布例（右）

(2) 地図データの抽出

本仕様書（案）に従って計測対象物を抽出した。抽出は分類の定義や取得基準を参考とし、手動で行った。建物間接続点である階段を抽出した結果、建物の境界線と重複することなく抽出できており、本仕様書（案）の条件を満たした抽出が可能であった（図－4）。抽出したデータから、手前にある物体が背後にある物体を隠して見えなくなる状態（以下、オクルージョン）が発生している箇所では、点群が付与されず踏み面が認識できないことが確認された。しかし、蹴上げ等には点群が付与され、階段の段数や直階段か廻り階段等の形状の情報は確認可能である。



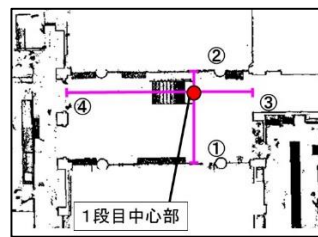
図－4 地図データの抽出（階段）

4. 解析結果

(1) 位置精度の評価

位置精度は絶対位置精度と相対位置精度に分けられる。TIMMSによる計測は世界測地系で座標系を取得し、絶対位置座標を有していることから、相対位置精度について解析を行う。相対位置精度とは通路の幅や長さ等、距離に関する精度である。巻尺により測定した実測値と点群データによる計測から得られた解析値を比較し、正確な位置精度を有しているのか評価を行う。階段の1段目中心部から移動可能な通路部までの距離を実測値と解析値から比較した（図－5）。比較した結果、実測値と解析値の較差は最大0.042m、最小0.001mとなり、センチメートル級の精度で位置情報検出が可能であった（表－1）。視覚障害者の移動を想定した場合、空間を認知することが困難であるため相対位置は重要な値となる。人の身体的特性として、肘を曲げた状態で自由に手の届く領域を通常作業域²⁾と呼び、男女ともに約30cmと言われている。今回の計測では、視覚障害者が手を触れることによって空間を把握できる較差内

で位置情報検出が可能であった。



図－5 位置精度の評価箇所

表－1 実測値と解析値の比較（相対位置）

評価箇所	実測値(m)	解析値(m)	較差(m)
①出入口までの距離	5.339	5.318	0.021
②ドアまでの距離	1.560	1.602	0.042
③右側通路部までの距離	4.572	4.591	0.019
④左側通路部までの距離	9.454	9.464	0.010

(2) 寸法の評価

階段について寸法の評価を行うことによって、計測対象物の取得精度を明らかにする。解析は位置精度の評価と同様に、実測値と解析値を比較する。オクルージョンによる欠損が存在する箇所は解析の対象外とし、階段の幅や蹴上げ等19ヶ所計測を行った。その平均を解析値とする。解析の結果、較差は最大0.025mとなり、寸法においてもセンチメートル級の精度で位置情報検出が可能であった（表－2）。本仕様書（案）で規定される地図データは、精度に関しての記載はないが、詳細な検出が可能であることから、階段の形状を認識し、踏み外し等の危険を排除した歩行者の移動支援に活用可能であると考えられる。

表－2 実測値と解析値の比較（寸法）

評価箇所	実測値(m)	解析値(m)	較差(m)
階段の幅	1.750	1.775	0.025
蹴上げ	0.177	0.180	0.003
踏み面	0.291	0.289	0.002

5. おわりに

本研究では、衛星電波の受信できない環境において、TIMMSを用いて点群データを取得し、オクルージョンによる欠損がない場合は、屋内空間の位置情報を正確に把握可能であることを示した。

謝辞

実験にご協力いただいた株式会社ニコン・トリンプルの岩上弘明氏に心より謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土地理院：階層別屋内地理空間情報データ仕様書（案），<<http://www.gsi.go.jp/common/000188408.pdf>>，（入手日付：2018.3）。
- 2) 日本建築学会：建築設計資料集成，拡張編，人間，丸善，2003.1。